

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.08.1999 Patentblatt 1999/32

(51) Int. Cl.⁶: B60T 8/26, B60T 13/66,
B60T 8/00

(21) Anmeldenummer: 98123712.6

(22) Anmeldetag: 12.12.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG
70567 Stuttgart (DE)

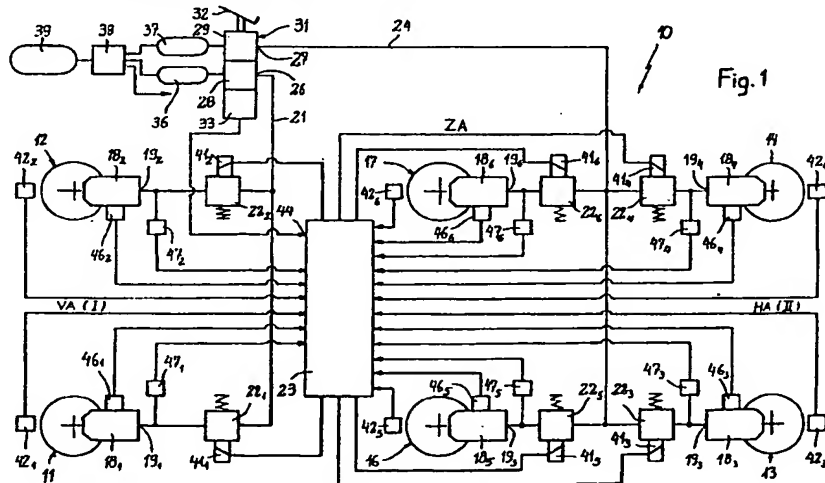
(72) Erfinder:
• Reiner, Michael
70736 Fellbach (DE)
• Rossmann, Eckhart
71394 Kernen (DE)

(30) Priorität: 05.02.1998 DE 19804465

(54) Einrichtung zur Steuerung der Bremskraftverteilung bei einem drei- oder mehrachsigen Fahrzeug

(57) Es wird eine Einrichtung zur Steuerung der Bremskraftverteilung bei einem drei- oder mehrachsigen Fahrzeug ausgegeben, dessen Bremsanlage den Radbremsen einzeln zugeordnete Aktuatoren umfaßt (18), mittels derer, gesteuert durch eine elektronische Steuereinheit (23), die Bremsen-Betätigungsgrößen derart verteilbar sind, daß im zeitlichen Mittel achsbezogene Anteile des Bremsenverschleißes im Verhältnis natürlicher Zahlen zueinander stehen. Eine elektronische Steuereinheit (23), der die Ausgangssignale den Radbremsen individuell oder achsweise zugeordneter Verschleiß-Sensoren (46) zugeleitet sind, bildet aus einer vergleichenden Verarbeitung gespeicherter Daten, die einen Betriebsmodus der Bremsanlage mit definierter Verteilung der Betätigungsgrößen auf die Rad-

bremsen der permanent belasteten Achsen und der Zusatzachse repräsentieren, eine für das Verhältnis a_p/a_z der auf die Bremsennutzungsdauer bezogenen Verschleißrate a_p der Bremsen mindestens einer der permanent belasteten Achsen und der Verschleißrate a_z der Bremsen der Zusatzachse charakteristische Größe. Ist das hierdurch repräsentierte Verhältnis um mehr als ein durch Variation der Verteilung der Betätigungsgrößen ausregelbarer Variationsbereich $\delta(n)$ größer als eine ganze Zahl n ($n=1,2,3,\dots$), wird die Bremsanlage auf einen Betriebsmodus umgeschaltet, der dem nächsthöheren ganzzahligen Wert des Verschleißratenverhältnisses a_p/a_z entspricht.



vorgegebenen Relation a_p/a_z zur Verschleißrate der Bremsen an der Referenzachse des Fahrzeuges zu halten. Diese Art der Verschleißerhöhung an den Radbremsen der Zusatzachse ist z.B. dann möglich, wenn der Fahrer bei einer Bremsung eine niedrige Verzögerung ansteuert und dabei an den Radbremsen auch nur ein vergleichsweise geringer Bremsschlupf erreicht wird. Sie ist zumindest dann zweckmäßig, wenn der Verschleiß an sämtlichen Radbremsen so weit fortgeschritten ist, daß demnächst das Regelziel - Verschleißgleichheit an den Radbremsen der Zusatzachse und an den Radbremsen der Referenzachse - erreicht werden kann. Ist andererseits an den Radbremsen der Zusatzachse die Verschleißgrenze schon nahezu erreicht, an den Radbremsen der permanent belasteten Referenzachse(n) jedoch noch nicht, wenngleich auch diese schon weitgehend verschlissen sind, so ist ein Steuerungsmodus zweckmäßig, in dem bei einer Bremsung, bei der ebenfalls nur relativ geringfügige Fahrzeugverzögerungen eingesteuert werden, die Radbremsen der Zusatzachse praktisch nicht mehr zur Bremskraftentfaltung herangezogen werden, bis wieder Verschleißgleichheit mit den Radbremsen der Referenzachse(n) erreicht ist.

[0011] Die beiden letztgenannten Arten der Verschleißregelung sind dann zweckmäßig, wenn über längere Zeit hinweg das Verschleißratenverhältnis a_p/a_z auf dem erwünschten, auf eine für das Fahrzeug ermittelte Bremskraft-Verteilung gegebenen Wert geblieben war, sich dann jedoch innerhalb relativ kurzer Betriebszeitspannen rascher als erwartet geändert hat, was aufgrund untypischer Betriebssituationen des Fahrzeuges geschehen sein konnte. Um diese Art der Verschleißregelung ausnutzen zu können, ist es zweckmäßig, wenn die elektronische Steuereinheit mit einem Langzeitspeicher versehen ist, dessen Inhalt einem Vergleich der Verschleißentwicklung über große Zeitspannen der Betriebsdauer des Fahrzeuges hinweg ermöglicht.

[0012] Weitere Einzelheiten der erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines speziellen Ausführungsbeispiels sowie der Erläuterung von Funktionen ihrer elektronischen Steuereinheit anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte Schaltbildarstellung einer elektropneumatischen Bremsanlage für ein Fahrzeug mit be- und entlastbarer Zusatzachse und einer Einrichtung zur verschleißharmonisierenden Steuerung der Bremskraft-Verteilung und

Fig. 2 ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion der Steuerungseinrichtung gemäß Fig. 1.

[0013] Durch die in der Fig. 1 insgesamt mit 10 bezeichnete elektropneumatische Bremsanlage ist ein drei-achsiges Fahrzeug repräsentiert, für das zum

Zweck der Erläuterung vorausgesetzt sei, daß es sich um ein schweres Nutzfahrzeug handelt, das zwischen einer durch die beiden Vorderradbremsen 11 und 12 repräsentierten Vorderachse (VA) und einer durch die beiden Hinterradbremsen 13 und 14 repräsentierten Hinterachse (HA), die im Fahrbetrieb permanent belastet sind, eine durch die Radbremsen 16 und 17 repräsentierte Zusatzachse (ZA) hat, die, wenn das Fahrzeug schwer beladen ist, zur Abstützung des Fahrzeuges auf der Fahrbahn mit herangezogen werden kann, und, wenn das Fahrzeug nur mäßig beladen ist, gegebenenfalls sogar von der Fahrbahn abhebbbar ist, um Bremsen- und Reifenverschleiß an der Zusatzachse zu vermeiden und auch den Kraftstoffverbrauch des Fahrzeuges zu reduzieren.

[0014] Zur Betätigung der Radbremsen 11 bis 14 sowie 16 und 17 sind diesen einzeln zugeordnete, lediglich schematisch angedeutete Aktuatoren 18₁ bis 18₆ vorgesehen, z.B. Membranzylinder für sich bekannter Bauart, die an ihren Druck-Versorgungsanschlüssen 19₁ bis 19₆ anstehende Steuerdrücke in zu diesen proportionale Bremsen-Betätigungskräfte umsetzen, die über formschlüssig wirkende Betätigungselemente der Aktuatoren in Anpreßkräfte umsetzbar sind, mit denen verschleißbehaftete - Bremsbeläge der Radbremsen an deren Rotoren, Bremsscheiben oder -Trommeln, je nach Bremsentyp, anpreßbar sind.

[0015] Die Radbremsen 11 und 12 des linken und des rechten Vorderrades des Fahrzeuges sind zu einem Vorderachs-Bremskreis I zusammengefaßt, dessen Betätigungs-Druck-Versorgung über eine gemeinsame Hauptbremsleitung 21 erfolgt, an die die beiden Aktuatoren 18₁ und 18₂ der beiden Vorderradbremsen 11 und 12 über je ein elektrisch ansteuerbares Bremsdruck-Regelventil 22₁ bzw. 22₂ angeschlossen sind, die eine z.B. federzentrierte Grundstellung haben, in der ein Antriebsdruckraum des jeweiligen Bremsen-Aktuators 18₁ bzw. 18₂ mit der Hauptbremsleitung 21 verbunden ist und somit eine dem in der Hauptbremsleitung 21 herrschenden Druck proportionale Bremskraftentfaltung möglich ist. Die Bremsdruck-Regelventile 22₁ und 22₂ der Vorderradbremsen 11 und 12 sind durch Ausgangssignale einer elektronischen Steuereinheit 23 in eine Sperrstellung steuerbar, der Konstanz der in der jeweiligen Bremse 11 oder 12 entfalteten Bremskraft entspricht, und, ebenfalls durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 23 in eine Druck-Entlastungsstellung steuerbar, in der der jeweils angeschlossene Bremsen-Aktuator 18₁ und/oder 18₂ belüftet und demgemäß die an der jeweiligen Radbremse 11 und/oder 12 entfaltete Bremskraft reduziert wird.

[0016] Die Hinterradbremsen 13 und 14 und die Radbremsen 16 und 17 der Zusatzachse sind zu einem Bremskreis II zusammengefaßt, dessen Steuerdruck-Versorgung über eine zweite Hauptbremsleitung 24 erfolgt, an die die Bremsen-Aktuatoren 18₃ und 18₄ der Hinterradbremsen 13 und 14 und die Bremsen-Aktuatoren 18₅ und 18₆ der Bremsen 16 und 17 der Zusatz-

Druckabsolutwertes größer als diejenigen Drücke p_{VA} und p_{HAZ} , die bei jeweils höchstmöglicher Beladung des Fahrzeuges in die Bremsen-Aktuatoren 18₁ bis 18₆ eingekoppelt werden müssen, um den eingesteuerten Verzögerungs-Sollwert innerhalb einer vorgegebenen Ansprechzeitspanne von maximal 0,2s zu erreichen.

[0028] Durch dieses Überangebot von Steuerdruck, der an den Druckausgängen 26 und 27 der als Proportionalventile wirkenden Bremsventil-Sektionen 28 und 29 bereitgestellt wird, ist es in jeder Bremssituation möglich, eine Bremskraft-Verteilung einzusteuern, die zwar nicht mehr der Bedingung gleicher Kraftschlußausnutzung an sämtlichen Fahrzeugrädern genügt, es jedoch erlaubt, an einzelnen Fahrzeugrädern, z.B. denjenigen der Zusatzachse, eine gegenüber den Fahrzeugrädern der Hinterachse höhere Bremskraft einzusteuern, um dadurch eine Harmonisierung des Bremsenverschleißes zu erzielen, z.B. derart, daß an sämtlichen Radbremsen 11 bis 16 die Verschleißgrenze ihrer Bremsbeläge gleichzeitig erreicht wird und die Radbremsen gleichzeitig gewartet werden können, was erheblich kostengünstiger ist als eine Rad- oder achsweise Wartung der Radbremsen.

[0029] Eine im vorgenannten Sinne verschleißharmonisierende Steuerung oder Regelung der Bremskraft-Verteilung setzt voraus, daß die Radbremsen 11 und 12 sowie 13 und 14 der permanent belasteten Fahrzeugachsen konstruktiv so ausgelegt sind, daß, einen definierten Beladungszustand des Fahrzeuges vorausgesetzt, die Verschleißraten an der Vorderachse und an der Hinterachse gleich sind oder in einem festen ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen, wobei zum Zweck der Erläuterung angenommen sei, daß die Radbremsen 11 und 12 der Vorderachse und die Radbremsen 13 und 14 der Hinterachse dieselbe Verschleißrate a_p haben.

[0030] Für die Radbremsen 16 und 17 der Zusatzräder sei dieselbe Auslegung angenommen wie für die Radbremsen 13 und 14 der Ninterachs-Räder.

[0031] Unter diesen Voraussetzungen ist mittels der elektronischen Steuereinheit 23 eine verschleißharmonisierende Bremskraft-Verteilungs-Steuerung, zu deren Erläuterung nunmehr auch auf das Diagramm der Fig. 2 Bezug genommen sei, wie folgt implementierbar:

[0032] Nach einer Wartung der Bremsanlage, bei der z.B. sämtliche Bremsbeläge erneuert worden sind, wird in einer Anfangsphase der Harmonisierungs-Steuerung aus einer vergleichenden Verarbeitung verschleißcharakteristischer elektrischer Ausgangssignale den Aktuatoren 18₁ bis 18₆ der Radbremsen einzeln zugeordneter Belag-Verschleiß-Sensoren 46₁ bis 46₆ das Verschleißraten-Verhältnis $a_{VA}/a_{HA}/a_{ZA}$ bestimmt, wobei als Maß für den Verschleiß der mittels elektronischer oder elektromechanischer Wegsensoren der genau erfaßbare Nachstellweg gemessen wird, um den die Bremsenbelag-Träger gegenüber einer dem noch nicht verschleißbehafteten Zustand der Bremsenbeläge entsprechenden Position verschoben werden müssen,

um in Anlage mit dem Bremsen-Rotor, z.B. einer Bremsscheibe zu gelangen. Dieser Nachstell-Weg ist bei einem maximalen Absolutwert von 4-5cm auf etwa 0,15mm genau meßbar, so daß schon ein relativ geringer Belagverschleiß von einigen mm, z.B. 4mm, eine sehr genaue Ermittlung des Verschleißraten-Verhältnisses ermöglicht.

[0033] In dem Diagramm der Fig. 2 ist als Ordinate die Dicke oder die Summendicke der Bremsbeläge der Radbremsen je einer der Fahrzeugachsen jeweils in Prozent ihrer Ausgangsdicke und als Abszisse der Abrieb der permanent belasteten Fahrzeugachsen in Einheiten der Summendicke D_S der Radbremsen der permanent belasteten Fahrzeugachsen aufgetragen. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Radbremsen 11 bis 14 auf Verschleißgleichheit regelbar sind und demgemäß ihr Verschleißgrad durch die periodische Folge von Geraden 50 der konstanten Neigung a_p darstellbar ist.

[0034] In der Darstellung der Fig. 2 sind die Verschleißraten, die sich unter den möglichen Regelungsbedingungen ergeben, jeweils durch die diesen Regelungsbedingungen entsprechenden unterschiedlichen Steigungen der Verschleißkennlinien gegeben.

[0035] In der Anfangsphase der Verschleißüberwachung, die der Ermittlung der Verschleißraten dient, werden die Radbremsen 16 und 17 der Zusatzachse etwas stärker belastet als diejenigen der permanent belasteten Fahrzeugräder, indem die Aktuatoren 18₅ und 18₆ der Zusatzachs-Bremsen 16 und 17 mit z.B. um 10% höheren Drücken angesteuert werden als die Aktuatoren 18₁ bis 18₄ der Radbremsen 11 bis 14 der permanent belasteten Fahrzeugachsen. Zur diesbezüglichen Überwachung der Betätigungsdruck-Verhältnisse vorgesehene, den Bremsen-Aktuatoren 18₁ bis 18₆ je einzeln zugeordnete, elektronische oder elektromechanische Drucksensoren sind in der Fig. 1 mit 47₁ bis 47₆ bezeichnet.

[0036] Ergibt der in der einleitenden "Lern"-Phase der Verschleißüberwachung durchgeführte Verschleißratenvergleich, daß die Verschleißrate a_{ZA} der Radbremsen 16 und 17 der Zusatzachse von den als gleich vorausgesetzten Verschleißraten a_p der Radbremsen 11 bis 14 der permanent belasteten Fahrzeugachsen nur geringfügig abweicht, z.B. etwas größer ist als deren Verschleißrate a_p wie in dem Verschleißdiagramm der Fig. 2 durch den am steilsten abfallenden Anfangsabschnitt a_{ZA1} , der für diesen Fall die Entwicklung des Bremsenverschleißes an den Radbremsen 16 und 17 der Zusatzachse wiedergebenden, insgesamt mit 48 bezeichneten Verschleißkennlinie veranschaulicht, oder etwas geringer ist als die Verschleißrate der Radbremsen der permanent belasteten Fahrzeugachsen, wie durch den Anfangsabschnitt a_{ZA2} der in diesem Falle den Bremsen-Verschleiß der Zusatzachs-bremsen 16 und 17 wiedergebenden, insgesamt mit 48' bezeichneten Verschleißkennlinie veranschaulicht, die einen Verschleißverhalten der Bremsen 16 und 17 der Zusatzachse entspricht, das

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Auslegung der elektronischen Steuereinheit dahingehend, daß ab einem Verschleißgrad a_z der Bremsen der Zusatzachse, der höher ist als ein relativ hoher Wert um 50%, die Verschleiß-Harmonisierungsregelung im Sinne der Einhaltung eines festen Wertes des Verhältnisses a_p/a_z erfolgt. 5
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine Auslegung der elektronischen Steuereinheit dahingehend, daß zumindest in einer Endphase der Harmonisierungsregelung die Radbremsen der Zusatzachse, zur Verschleißerhöhung, zeitweise mit einem den Bremskraftanteil der Vergleichsachse weit überwiegenden Anteil der Bremskraft betrieben werden, oder, zur Verschleißerniedrigung, nur mit einem Bruchteil derjenigen Bremskraft, die an der Vergleichsachse entfaltet wird. 10 15 20

25

30

35

40

45

50

55

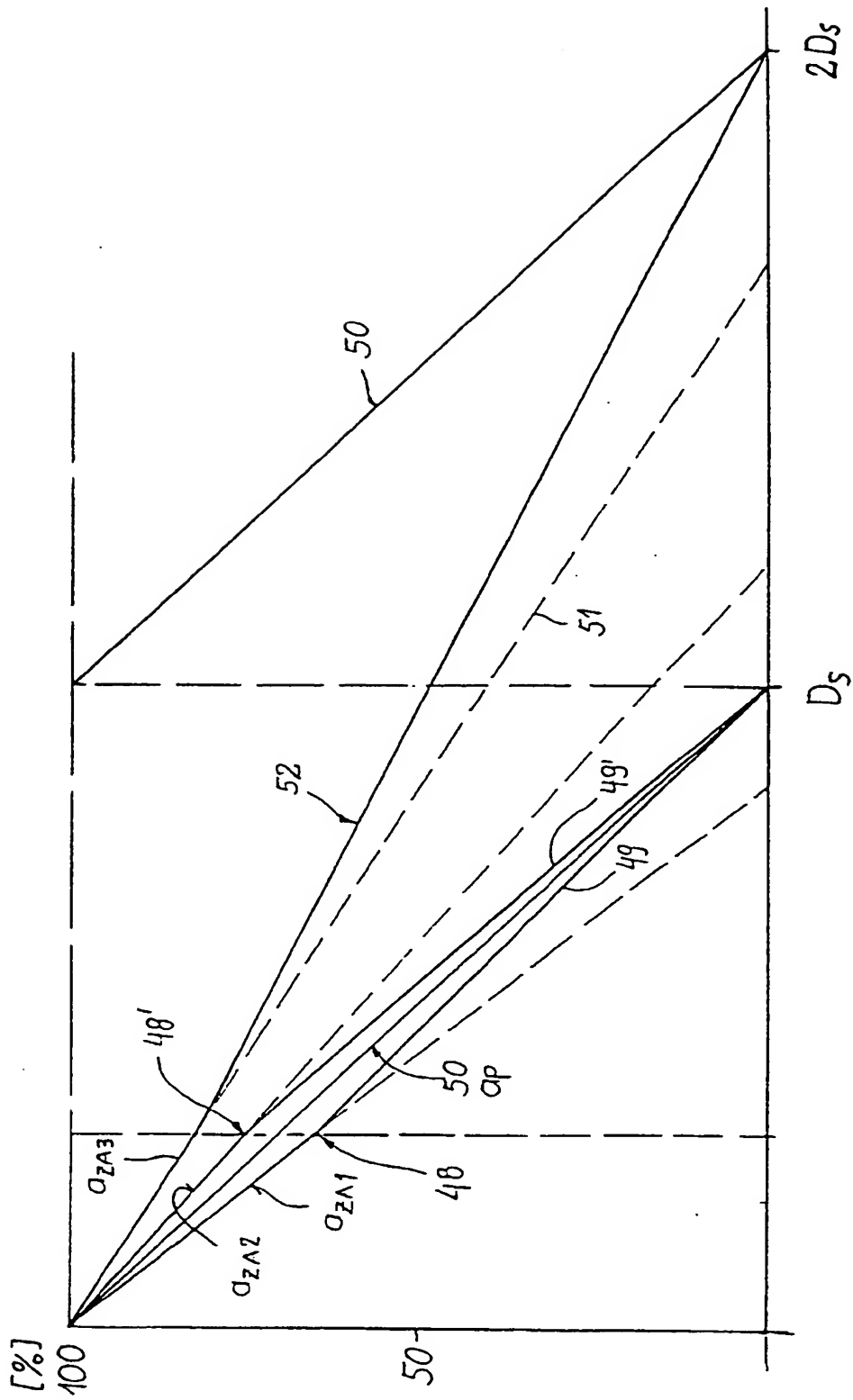


Fig. 2

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 98 12 3712

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-05-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0439729 A	07-08-1991	DE 4003122 A	08-08-1991
		DE 59003623 D	05-01-1994
DE 4214182 A	04-11-1993	FR 2691935 A	10-12-1993
		GB 2266567 A,B	03-11-1993
		IT 1261447 B	23-05-1996
		SE 509972 C	29-03-1999
		SE 9301437 A	31-10-1993
		US 5403072 A	04-04-1995
DE 4142670 A	24-06-1993	CZ 280241 B	13-12-1995
		DE 59204433 D	04-01-1996
		EP 0548488 A	30-06-1993
		ES 2080411 T	01-02-1996
		JP 5254409 A	05-10-1993
		US 5338106 A	16-08-1994
EP 0512216 A	11-11-1992	DE 4114861 A	12-11-1992
		DE 59202002 D	01-06-1995
		JP 5147522 A	15-06-1993
		US 5211449 A	18-05-1993
DE 19527419 A	06-02-1997	FR 2737169 A	31-01-1997
		JP 9039757 A	10-02-1997
		US 5752747 A	19-05-1998
DE 4326256 C	01-12-1994	EP 0637534 A	08-02-1995
		US 5470134 A	28-11-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82